

TESIS

**Efektivitas Pemberian *Moringa Oleifera* (Mo) Dan Asam Folat
(Af) Terhadap Kadar Glukosa Pada Tikus Betina**

*The Effectiveness of Giving Moringa Oleifera and Folic Acid on Blood
Glukosa Levels in Rattus Novegicus*

FILZA AZALIA
P102222008



**PROGRAM STUDI MAGISTER KEBIDANAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

TESIS

**Efektivitas Pemberian *Moringa Oleifera* dan Asam
Folat terhadap Kadar Glukosa Darah pada Tikus Betina**

***The Effectiveness of Giving Moringa Oleifera and Folic Acid on Blood
Glukosa Levels in Rattus Novegicus***



Disusun Oleh:

**Filza Azalia
P102222008**



**PROGRAM STUDI MAGISTER KEBIDANAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**EFEKTIVITAS PEMBERIAN MORINGA OLEIFERA DAN ASAM FOLAT
TERHADAP KADAR GLUKOSA PADA TIKUS BETINA**

*The Effectiveness of Giving Moringa Oleifera and Folic Acid on Blood
Glukosa Levels in Rattus Novegicus*

**Tesis
Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelas Magister
Program Studi Magister Kebidanan**

Disusun Dan Diajukan Oleh

**Filza Azalia
P102222008**

Kepada

**PROGRAM STUDI ILMU KEBIDANAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

**EFEKTIVITAS PEMBERIAN MORINGA OLEIFERA DAN ASAM FOLAT
TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH TIKUS BETINA**

*The Effectiveness of Giving Moringa Oleifera and Folic Acid on Blood
Glucose Levels in Rattus Novegicus*

**FILZA AZALIA
NIM: P102222008**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Magister pada tanggal 21 Oktober 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada

Program Studi Magister Kebidanan
Sekolah Pascasarjana
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:

Pembimbing Utama,

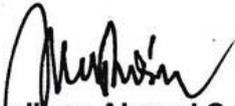
Pembimbing Pendamping,


Prof. Dr. Elly Wahyuddin., DEA., Apt
NIP. 19560114 198601 2 001


Dr. Mardiana Ahmad S.SiT., M.Keb
NIP. 19670904 199001 2 002

Ketua Program Studi
Magister Kebidanan

Dekan Sekolah Pascasarjana
Universitas Hasanuddin,


Dr. Mardiana Ahmad S.SiT., M.Keb
NIP. 19670904 199001 2 002


Prof. Dr. Budu, Sp.M (K) PhD., M.Med. Ed.
NIP. 19661231 199503 1 009

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul “Efektivitas Pemberian Moringa Oleifera dan Asam Folat Terhadap Kadar Glukosa Darah pada Tikus Betina” adalah benar karya saya dengan arahan dari tim pembimbing (Prof. Dr. Elly Wahyuddin, DEA, Apt dan Dr. Mardiana Ahmad, S.ST, M.Keb). karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada Perguruan Tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dan dicantumkan dalam daftar pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini belum dipublikasikan. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini adalah karya orang lain. Maka saya bersedia menerima sanksi atau perbuatan tersebut berdasarkan atauran yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 21 Oktober 2024
Yang membuat pernyataan



Filza Azalia

UCAPAN TERIMA KASIH

Bismillahirrahmanirrahim.

Segala puja dan puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas berkat dan rahmat yang telah diberikan oleh-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis dengan judul “Efektifitas Pemberian *Moringa Oleifera* dan Asam Folat terhadap Kadar Glukosa Darah pada Tikus Betina”, sebagai salah satu persyaratan yang wajib dipenuhi oleh mahasiswa Universitas Hasanuddin, yang berguna untuk memperoleh gelar Magister Kebidanan. Tak lupa juga penulis panjatkan Shalawat serta salam bagi junjungan Nabi Muhammad SAW yang menjadikan pedoman bagi kehidupan umat muslim di seluruh dunia.

Selama proses penulisan Tesis ini, begitu banyak bantuan dan dukungan yang diterima penulis dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini penulis dan dengan kerendahan hati, melalui kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasi kepada:

1. Bapak Prof.Dr. Ir Jamaluddin Jompa, M.Sc. selaku Rektor Universitas Hasanuddin beserta para-Wakil Rektor Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Prof. Dr. Budu, Sp.M (K) P.hD. M.Med. Ed selaku Dekan Fakultas Pascasarjana beserta para Wakil Dekan sekolah Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin
3. Ibu Dr. Mardiana Ahmad, S.SiT, M.Keb, selaku Ketua Program Studi S2 Ilmu Kebidanan Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin dan selaku Pembimbing Pendamping yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, masukan, juga tambahan referensi serta ilmunya dan dengan penuh sabar dan penuh perhatian dalam penulisan Tesis ini.
4. Ibu Prof. Dr. Elly Wahyudin, DEA, Apt, selaku Dosen Pembimbing Utama, yang telah memberikan bimbingan, tambahan ilmu, serta masukan dan pengarahan dalam penulisan Tesis ini.
5. Kedua Orang Tua tercinta dan tersayang, Bapak Pawardin dan Ibu Kutriani, terima kasih atas doa dan dukungannya, Beliau adalah malaikat yang dikirim oleh ALLAH SWT serta anugrah terindah bagiku.

6. Orang-orang tersayangku Suami tercinta Reski Ramadhan, terima kasih atas doa dan dukungannya baik secara moril maupun materi dan Ananda Alqiandra Ziyadul Rizky terimakasih nak sudah temani prosesnya ibu.
7. Saudaraku, Kakanda Ahmad Fadil Qadri, S.Pd, terima kasih atas doa dan dukungannya.
8. Team Penelitian Saudari Citrawati, Devianti Dimalaya dan Sulfika serta Teman-teman seperjuangan angkatan 17 tahun 2023 Prodi S2 Ilmu Kebidanan, terima kasih atas doa dan dukungan kalian semua.

Akhir kata penulis ucapkan terimakasih, semoga Tesis ini dapat berguna bagi kita semua, dan memberikan banyak manfaat bagi setiap orang yang membutuhkan ilmu pengetahuan serta bahan-bahan informasi dan penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya atas segala kesalahan yang penulis buat baik sengaja maupun tidak disengaja selama berkuliah di Prodi S2 Ilmu Kebidanan Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin maupun selama penulisan Tesis ini. Semoga Allah SWT mengampuni segala kesalahan dan menunjukkan jalan yang lurus dan benar kepada kita semua. Amin

Makassar, Agustus 2024

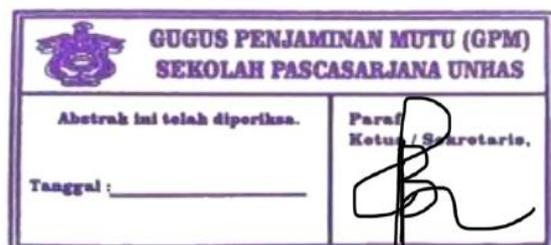
Penulis

ABSTRAK

Filza Azalia. **Efektivitas Pemberian Moringa Oleifera dan Asam Folat Terhadap Kadar Glukosa Darah Pada Tikus Betina.** (dibimbing oleh Elly Wahyuddin dan Mardiana Ahmad)

Pendahuluan: Hiperglikemik adalah kondisi medis di mana kadar glukosa (gula) dalam darah berada di atas normal. Daun Kelor (*Moringa oleifera*) merupakan salah satu tanaman yang mempunyai aktivitas antidiabetes. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Efektivitas Pemberian Moringa Oleifera Dan Asam Folat Terhadap Kadar Glukosa Darah Pada Tikus Betina setelah diinduksi aloksan. Pada Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan aloksan sebagai penginduksi diabetes mellitus pada hewan uji tikus betina. **Metode Penelitian:** *True Eksperimental* menggunakan *Pre and post test control group design*, sebanyak 15 tikus betina dibagi menjadi 5 kelompok perlakuan. Kelompok I sebagai Kelompok Positif (Kelompok sehat), Kelompok II Negatif (KN) yang diberi Aloksan, kelompok III perlakuan I (P1) induksi aloksan dan diberi EDK (MO), Kelompok IV Perlakuan II (P2) Induksi aloksan dan diberi Asam Folat (AF), Kelompok V Perlakuan III (P3) induksi aloksan dan diberi MO dan AF. **Hasil Penelitian:** Diperoleh bahwa pemberian kombinasi MO dan AF terbukti dapat menurunkan kadar glukosa darah pada tikus betina yang diinduksi aloksan. Hasil penelitian terlihat bahwa pemberian Ekstrak Daun Kelor (EDK) dan Asam Folat (AF) berpengaruh dalam menurunkan kadar Glukosa darah tikus betina. Rata-rata penurunan kadar glukosa darah tikus pada kelompok MO sebesar 151.00g/dl dan AF sebesar 374.33g/dl, dan kelompok Kombinasi MO dan AF da sebesar 82.67g/dl. **Kesimpulan:** Pemberian Kombinasi moringa oleifera dan asam folat secara signifikan menurunkan kadar glukosa darah pada tikus betina dan mampu memperbaiki sel beta (β) pankreas dalam darah.

Kunci: Moringa Oleifera, Asam Folat, Glukosa

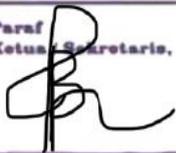


ABSTRACT

Filza Azalia. **Effectiveness of Giving Moringa Oleifera and Folic Acid on Blood Glucose Levels in Female Rats.** (supervised by Elly Wahyuddin and Mardiana Ahmad)

Introduction: Hyperglycemia is a medical condition in which blood glucose (sugar) levels are above normal. Moringa leaf (*Moringa oleifera*) is a plant with antidiabetic activity. This study aims to determine the Effectiveness of Giving Moringa Oleifera and Folic Acid on Blood Glucose Levels in Female Rats after being induced by alloxan. This study was conducted using alloxan as an inducer of diabetes mellitus in female rats. **Method:** True Experimental research method using pre and post test control group design 15 female rats were divided into 5 treatment groups. Group I as Positive Group (Healthy Group), Group II Negative (KN) given Alloxan, Group III treatment I (P1) alloxan induction and given EDK (MO), Group IV Treatment II (P2) Alloxan induction and given Folic Acid (AF), Group V Treatment III (P3) alloxan induction and given MO and AF. **Results:** The results showed that the combination of MO and AF could reduce blood glucose levels in female rats induced by alloxan. The results showed that the administration of Moringa Leaf Extract (MLE) and Folic Acid (AF) had a effect in reducing blood glucose levels of female rats. The average decrease in rats' blood glucose levels in group MO amounted to 151.00g/dl, AF amounted to 374.33g/dl, and group MO and AF amounted to 82.67g/dl. **Conclusion:** the combination of moringa oleifera and folid acid significantly reduced blood Glukosa levels in female mice and was able to improve the epair pancreatic beta (β) cells in the blood.

Keywords: Moringa Oleifera, Folic Acid, Glucose

| | |
|---|---|
|  GUGUS PENJAMINAN MUTU (GPM) SEKOLAH PASCASARJANA UNHAS | |
| Abstrak ini telah diperiksa. | Paraf Ketua Sekretaris. |
| Tanggal : _____ |  |

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| SAMPUL | i |
| HALAMAN JUDUL | ii |
| PERNYATAAN PENGAJUAN | iii |
| LEMBAR PENGESAHAN | iv |
| PERNYATAAN KEASLIAN | v |
| UCAPAN TERIMA KASIH | vi |
| ABSTRAK | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR SINGKATAN | x |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 7 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 7 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 7 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 9 |
| 2.1 Tinjauan Tentang Moringa Oleifera | 9 |
| 2.2 Tinjauan Tentang Asam Folat | 17 |
| 2.3 Tinjauan Tentang Kadar Glukosa | 21 |
| 2.4 Kaitan Antara Moringa Oleifera dan Asam Folat terhadap Kadar Glukosa | 27 |
| 2.5 Kerangka Teori | 30 |
| 2.6 Kerangka Konsep | 31 |
| 2.7 Hipotesis | 32 |
| 2.8 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif | 32 |
| BAB III Metode Penelitian | 34 |
| 3.1 Desain Penelitian | 34 |
| 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian | 34 |
| 3.3 Populasi dan sampel Penelitian | 34 |
| 3.4 Instrumen penelitian | 37 |
| 3.5 Prosedur Penelitian | 37 |

| | |
|--|-----------|
| 3.6 Alur Penelitian | |
| 3.7 Pertimbangan Etika Penelitian | 43 |
| 3.8 Analisa Data | 44 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 45 |
| 4.1 Hasil Penelitian | 45 |
| 4.2 Pembahasan | 52 |
| 4.3 Keterbatasan Penelitian | 58 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 60 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 60 |
| 5.2 Saran | 60 |
| DAFTAR PUSTAKA | 61 |
| DOKUMENTASI | |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Komposisi Nutrisi pada Daun, Biji, dan Polong pada Tanaman Kelor | 11 |
| Tabel 2.2 Komposisi Asam Amino Esensial pada Ekstrak Daun Kelor serta peranannya pada fisiologi tubuh | 12 |
| Tabel 2.3 Kadar Glukosa Darah Sewaktu dan Kadar Glukosa Darah Puasa | 23 |
| Tabel 2.4 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif | 32 |
| Tabel 3.1 Konversi luas permukaan hewan coba dan manusia | 41 |
| Tabel 4.1 Kelompok Perlakuan Tikus | 45 |
| Tabel 4.2 Analisis Univariat | 49 |
| Tabel 4.3 Hasil Analisis Uji Kruskal-Wallis Kadar Glukosa (g/dl) antar Kelompok | 51 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|----------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Kerangka Konsep | 35 |
| Gambar 2.2 Kerangka Teori | 36 |
| Gambar 3.1 Alur Penelitian | 50 |

DAFTAR SINGKATAN

| DAFTAR SINGKATAN | |
|------------------|--|
| SINGKATAN | KETERANGAN |
| AF | Asam Folat |
| BB | Berat Badan |
| BBLR | Berat Badan Lahir Rendah |
| BM | Berat Molekul |
| Ca | Calcium |
| CMC | Carboxy Methyl Cellulose |
| dl | Desiliter |
| Cu | Tembaga |
| DM | Diabetes Melitus |
| DNA | Deoxyribonucleic acid |
| EDK | Ekstrak Daun Kelor |
| EDTA | Ethylenediaminetetraacetic Acid |
| Fe | Zat Besi |
| GDS | Gula Darah Sementara |
| GDP | Gula Darah Puasa |
| GDM | Gestational Diabetes Melitus |
| Gr | Gram |
| Kg | Kilogram |
| Kkal | Kilo Kalori |
| Kemendes RI | Kementerian Kesehatan Republik Indonesia |
| KN | Kontrol Negatif |
| KP | Kontrol Positif |
| LSD | Least Significant Different |
| Mg | Miligram |
| Mn | Mangan |
| MO | Moringa Oleifera |
| NTD | Neglected Tropical Diseases |
| Riskesdas | Riset Kesehatan Dasar |
| ROS | Reactive Oxygen Species |
| TB | Tuberculosis |
| TTGO | Tes Toleransi Glukosa Oral |
| Zn | Zinc |
| WHO | World Health Organization |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelor dikenal sebagai The Miracle Tree atau pohon ajaib karena terbukti secara alamiah merupakan sumber gizi berkhasiat obat. Pemanfaatan bahan pangan lokal yang relatif mudah didapat, dan bernilai gizi seperti daun kelor (*Moringa oleifera*) dapat dimanfaatkan sebagai produk pangan fungsional dan sumber antioksidan. (Marhaeni, 2021). Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) adalah sejenis tanaman yang tumbuh baik di daerah tropis dan banyak dikenal masyarakat sebagai sayuran dan obat tradisional. Tanaman kelor atau marongghi (*Moringa oleifera*) berasal dari kawasan Himalaya dan India kemudian menyebar ke daerah di sekitarnya sampai ke Benua Afrika hingga ke Asia barat, termasuk Indonesia. (Rofianti & Septiani, 2022). Tanaman kelor disebut juga sebagai pohon keajaiban ataupun pohon kehidupan dikarenakan tanaman ini memiliki manfaat yang luar biasa mulai dari daun, buah, biji, bunga, kulit, batang, dan akar. Daun kelor memiliki kandungan gizi seperti karbohidrat, protein, lemak, kalsium, magnesium, phosphor, potassium, dan berbagai macam vitamin lainnya (A. Apriantini et al., 2022).

Daun kelor (*Moringa oleifera*) merupakan salah satu tanaman lokal yang dapat dikenal berabad-abad, juga sebagai tanaman multiguna, padat nutrisi serta berkhasiat obat (N, Yesiurmalasari, 2021). Kandungan senyawa fitokimia daun kelor meliputi tanin, steroid, terpenoid, flavonoid, saponin, anthraquinon, alkaloid, protein, vitamin, beta karoten, asan amino dan bermacam senyawa fenolik. Daun kelor mengandung senyawa aktif flavonoid yang berfungsi sebagai antioksidan untuk membantu menetralkan dan menstabilkan radikal bebas sehingga tidak lagi merusak sel-sel dan jaringan sehat (Susanty et al., 2019). Senyawa fitokimia polifenol, flavonoid, dan karotenoid merupakan sumber antioksidan yang mampu menangkap radikal bebas dalam tubuh. Flavonoid dalam daun kelor mampu melindungi dari kerusakan yang dimediasi oleh ROS dengan cara meningkatkan antioksidan seluler sehingga meminimalkan kondisi hiperglikemik dalam tubuh (Yasaroh et al., 2021)

Tanaman kelor merupakan salah satu tanaman dari family *Moringaceae* yang memiliki kandungan gizi yang baik. Berbagai bagian dari tanaman kelor bertindak sebagai stimulan jantung dan peredaran darah, memiliki antitumor, antipiretik, antiepilepsi, antiinflamasi, antiulcer, diuretik, antihipertensi, menurunkan kolesterol, antidiabetik, antibakteri, antijamur, dan antioksidan. (A. Apriantini et al., 2022). Pada dasarnya daun kelor memiliki manfaat sebagai antidiabetes atau sebagai obat untuk menurunkan kadar glukosa. Kandungan senyawa flavonoid dalam daun kelor berperan sebagai antidiabetes yaitu mendukung regulasi pencernaan karbohidrat, pensinyalan insulin, sekresi insulin, pengambilan glukosa, dan deposisi adiposa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) dalam menurunkan kadar glukosa darah tikus diabetes induksi aloksan. Kandungan flavonoid dalam daun kelor memiliki fungsi sebagai antidiabetik dan antiinflamasi. (Yasaroh et al., 2021)

Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa ekstrak daun MO dapat memiliki efek menurunkan kadar glukosa darah. Ini disebabkan oleh kemampuannya untuk meningkatkan sensitivitas insulin atau mengurangi penyerapan glukosa dari usus. Penelitian Studi pada hewan percobaan dan manusia telah menunjukkan bahwa konsumsi MO dapat membantu mengontrol kadar glukosa darah, terutama pada penderita diabetes. Begitupun juga dengan Asam folat, atau vitamin B9, juga dikenal memiliki berbagai manfaat bagi kesehatan, termasuk metabolisme karbohidrat yang sehat. Penelitian telah menunjukkan bahwa asam folat mungkin dapat membantu meningkatkan kontrol glukosa darah pada penderita diabetes dengan mempengaruhi metabolisme karbohidrat. Asam folat juga berperan penting dalam pembentukan sel darah merah dan metabolisme asam amino, yang juga dapat berdampak pada kesehatan umum dan pengaturan kadar glukosa darah.

Glukosa darah merupakan gula yang terdapat dalam darah, berasal dari karbohidrat dalam makanan dan disimpan sebagai glikogen di hati dan di otot rangka. Glukosa darah berfungsi sebagai penyedia energi tubuh dan jaringan dalam tubuh (Nurmalasari et al., 2021). Kadar glukosa adalah konsentrasi glukosa dalam darah atau cairan tubuh lainnya, yang diukur dalam satuan milimolar (mmol/L) atau miligram per desiliter (mg/dL). Glukosa adalah

sumber utama energi bagi tubuh manusia dan penting untuk fungsi normal otak, saraf, dan sel-sel tubuh lainnya. Kadar glukosa yang stabil dalam rentang yang normal sangat penting untuk kesehatan, sedangkan kadar glukosa yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menimbulkan masalah kesehatan serius seperti diabetes. (Rofianti & Septiani, 2022)

Kadar gula darah pada seseorang yang mengalami diabetes mellitus melebihi nilai normal (Hiperglikemia) yang diakibatkan karena tubuh kekurangan insulin baik mutlak maupun tidak mutlak. Penyakit diabetes mellitus ini bersifat menahun atau kronis (Suharniyanti et al., 2022). Hiperglikemik adalah kondisi medik dimana terjadi kenaikan kadar glukosa darah yang melebihi normal, keadaan ini sering disebabkan oleh penambahan jumlah makanan yang dikonsumsi, meningkatnya stress akibat faktor emosi, bertambahnya berat badan dan usia, olahraga, dan konsumsi obat-obatan. Hiperglikemik yang berlangsung lama dapat menyebabkan glukotoksisitas pada sel beta pankreas. Glukotoksisitas akan mengakibatkan disfungsi serta berubahnya massa sel beta pankreas, sehingga terjadi penurunan sekresi insulin. (Bobaya et al., 2023)

Asam folat atau folat merupakan salah satu jenis vitamin B. Asam folat dikenal juga dengan nama vitamin B9. Asam folat terutama terdapat pada dalam tumbuh-tumbuhan seperti tanaman polong-polongan, sayur-sayuran hijau, kacang-kacangan, biji-bijian, dan sari jeruk. Sumber asam folat hewani terutama dalam hati dan susu (Subandrate et al., 2022). Asam folat adalah bentuk sintesis dari folat yang merupakan salah satu bagian dari vitamin B, yaitu B9. Defisiensi asam folat merupakan kadar asam folat di bawah normal, yaitu folat serum < 3 ng/ml dan folat eritrosit < 130 ng/mL (Ilham et al., 2019).

Kadar glukosa darah sangat berkaitan dengan diabetes mellitus, Kadar glukosa darah yang tinggi merupakan salah satu karakteristik utama dari diabetes mellitus. Diabetes mellitus adalah kondisi di mana tubuh mengalami gangguan dalam pengaturan kadar glukosa darah, yang dapat menyebabkan kadar glukosa darah menjadi terlalu tinggi.

Diabetes melitus atau yang biasa masyarakat pada umumnya menyebutnya dengan penyakit kencing manis merupakan penyakit menahun yang dapat diderita seumur hidup. Diabetes memiliki 2 tipe yakni diabetes melitus tipe 1 yang merupakan hasil dari reaksi autoimun terhadap protein sel

pulau pankreas, kemudian diabetes tipe 2 yang mana disebabkan oleh kombinasi faktor genetik yang berhubungan dengan gangguan sekresi insulin, resistensi insulin dan faktor lingkungan seperti obesitas, makan berlebihan, kurang makan, olahraga dan stres, serta penuaan. Review ini membahas mengenai etiologi, patofisiologi, gejala, penyebab, cara pemeriksaan, cara pengobatan serta cara pencegahan penyakit diabetes melitus. (Lestari et al., 2021)

Diabetes sering disebabkan oleh faktor genetik dan perilaku atau gaya hidup seseorang. Selain itu faktor lingkungan sosial dan pemanfaatan pelayanan kesehatan juga menimbulkan penyakit diabetes dan komplikasinya. Diabetes dapat memengaruhi berbagai sistem organ tubuh manusia dalam jangka waktu tertentu, yang disebut komplikasi. Komplikasi diabetes dapat dibagi menjadi pembuluh darah mikrovaskular dan makrovaskuler. Komplikasi mikrovaskuler termasuk kerusakan sistem saraf (neuropati), kerusakan sistem ginjal (nefropati) dan kerusakan mata (retinopat). (Lestari et al., 2021)

Penyakit diabetes melitus (DM) merupakan sebuah penyakit, di mana kondisi kadar glukosa di dalam darah melebihi batas normal. Hal ini disebabkan karena tubuh tidak dapat melepaskan atau menggunakan insulin secara adekuat. Insulin adalah hormon yang dilepaskan oleh pankreas dan merupakan zat utama yang bertanggung jawab untuk mempertahankan kadar gula darah dalam tubuh agar tetap dalam kondisi seimbang. Insulin berfungsi sebagai alat yang membantu gula berpindah ke dalam sel sehingga bisa menghasilkan energi atau disimpan sebagai cadangan energy. Adanya peningkatan kadar glukosa dalam darah merupakan gejala umum yang terjadi pada penderita diabetes mellitus. Karena itu, mengakibatkan berbagai komplikasi dalam tubuh, terutama pada pembuluh darah ke otak, jantung, perifer, sel saraf, mata, dan ginjal. Jika dibiarkan dapat menyebabkan berbagai komplikasi baik akut maupun kronis. (Oktaviana et al., 2023)

World Health Organization (WHO), terdapat 171 juta penderita diabetes melitus di dunia dan akan bertambah sebanyak 2 kali lipat, yaitu 366 juta pada tahun 2030 nanti. WHO memperkirakan, terdapat 8,4 juta penderita diabetes melitus di Indonesia pada tahun 2008 dan akan meningkat pada tahun 2030 sebanyak 21,3 juta (Aniksa, 2022). Data Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) tahun 2018 menyatakan bahwa prevalensi DM di Indonesia

sebesar 1,5%. Prevalensi diabetes melitus berdasarkan pemeriksaan kadar glukosa darah pada penduduk usia >15 tahun khususnya pada usia 46- 65 tahun sebanyak 29,9%. (Dhyani et al., 2020)

Internasional Diabetes Federation (IDF) (2019) prevelensi penderita diabetes mellitus secara global telah mencapai hingga 463 juta orang pada usia 20-70 tahun dan diprediksikan akan terus mengalami kenaikan 576 pada tahun 2030 dan 700 juta pada tahun 2045 (Aniksa, 2022). Terjadinya peningkatan prevelensi diabetes mellitus semakin tinggi sehingga sangat penting untuk segera diobati. Dan beberapa negara seperti Cina, india, dan Amerika menempati urutan tiga teratas dengan jumlah penderita diabetes mellitus yaitu 116,4 juta, 77 juta, dan 31 juta. Sementara Indonesia masuk di urutan ke 5 dari 10 negara dengan jumlah diabetes mellitus terbanyak dengan angka kejadian 19,5 juta. Saat ini Indonesia termasuk negara yang memiliki angka kejadian Diabetes Mellitus yang cukup tinggi. (Bobaya et al., 2023)

Adapun penderita diabetes mellitus di Indonesia pada tahun 2019 sebanyak 3,941,698. Dan yang mendapatkan pelayanan kesehatan sebanyak 2,687,994 orang (68,19%). Pada data provinsi sulawesi selatan didapatkan penderita diabetes mellitus sebanyak 103,687 orang atau (69,90%). (Kemenkes R1, 2019)

Prevalensi DM yang besar di dunia maupun di Indonesia menjadi salah satu masalah yang harus ditangani. Banyak obat yang sudah diperkenalkan sebagai tatalaksana DM baik dalam bentuk obat antibakterikum dan dalam bentuk hormon insulin yang dilakukan seumur hidup pada pasien, pada pengobatan ini cenderung memberikan efek samping. Oleh karena itu banyak penderita yang berusaha mengendalikan kadar gula darah dengan pengobatan alternatif menggunakan bahan alam seperti tanaman tradisional dan industri lainnya. (Bobaya et al., 2023)

Indonesia sudah termasuk negara yang terkenal akan tanaman yang sangat berkhasiat yang dapat digunakan oleh masyarakat sebagai obat sehingga dapat difungsikan untuk membantu pengobatan berbagai penyakit termasuk penyakit diabetes mellitus. Pengobatan medis untuk diabetes mellitus. Pengobatan medis untuk diabetes mellitus masih dianggap mahal, sehingga masyarakat mulai mencari pengobatan alternatif yang berbasis

bahan-bahan tradisional salah satunya termasuk daun kelor (*Moringa Oliefera*). (Zanzabil et al., 2023)

Moringa Oliefera atau disebut dengan daun kelor termasuk dalam spesies *Moringaceae*. *Moringa Oliefera* mengandung senyawa aktif alkoholoid, flavonoid, dan tannin, sama dengan halnya dengan daun kelor yang berkhasiat terhadap penurunan kadar glukosa darah senyawa aktif yang ada dalam buah kelor dapat mengeluarkan insulin yang bekerja dengan cara menstimulasi sel beta pankreas. Berdasarkan uraian tersebut diketahui bahwa tanaman kelor khususnya daun dan buah kelor dapat menjadi salah satu pilihan alternatif pengobatan diabetes mellitus. Ekstrak kulit buah kelor juga memiliki kandungan metabolit sekunder seperti, alkaloid, flavonoid, tannin, saponin, dan polifenol seperti halnya dengan daun dan buah kelor itu sendiri yang merupakan alternatif penurunan glukosa darah. (Suharniyanti et al., 2022)

Penelitian Surya SR (2020), menemukan bahwa ekstrak daun kelor dapat menurunkan kadar gula darah mencit dengan dosis 14mg/20grBB mencit. Karena daun kelor mengandung quercetin memiliki efek aktivasi antioksidan dan menghambat *Glukosa Transport Tipe-2* (GLUT-2) sehingga dapat menurunkan penyerapan glukosa di usus, serta menghambat transport fruktosa dan glukosa sehingga kadarnya di sistemik berkurang. Penelitian Pitriya dkk (2017), ekstrak buah kelor dapat menurunkan kadar gula darah mencit. Dengan rata-rata penurunan gula darah dengan ekstrak buah kelor 10% sebesar 49,67 mg/dL, ekstrak buah kelor 20% sebesar 58,33 mg/dL, dengan ekstrak buah kelor 40% sebesar 70,33 mg/dL. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek dari ekstrak daun tanaman kelor (*Moringa Oliefera*) terhadap kadar gula darah mencit. (Bobaya et al., 2023)

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan tikus (*Rattus norvegicus*) yang di induksikan dengan senyawa aloksan untuk mendapatkan kondisi diabetik eksperimental dalam waktu yang singkat. Senyawa aloksan merupakan derivat siklikurea yang memiliki efektivitas tinggi terhadap agen diabetogenik untuk menginduksi keadaan diabetik eksperimental. Senyawa aloksan dapat menyebabkan kerusakan sel B pankreas dengan cara membentuk struktur ROS sehingga mengganggu induksi ataupun sekresi dari insulin. Berdasarkan penjelasan diatas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai

seberapa efektif ekstrak daun kelor (*Moringa olifera*) dalam menurunkan kadar glukosa darah pada tikus (*Rattus novergicus*).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu “Apakah pemberian *Moringa oleifera* dan asam folat efektif dalam menurunkan Kadar Glukosa pada Tikus Betina”

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Menilai Efektivitas Pemberian *Moringa Oliefera* dan Asam Folat dalam mengatasi kadar Glukosa pada Tikus Betina.

2.3.1 Tujuan Khusus

1. Mengukur kadar glukosa tikus betina sebelum diberikan *Moringa Oleifera*
2. Mengukur kadar glukosa tikus betina sebelum diberikan Asam Folat
3. Mengkaji efektivitas pemberian *Moringa Oleifera* terhadap Peningkatan kadar glukosa tikus betina
4. Mengkaji efektivitas pemberian Asam Folat terhadap Peningkatan kadar glukosa tikus betina
5. Mengkaji efektivitas pemberian *Moringa oleifera* dan Asam Folat terhadap kadar glukosa tikus betina
6. Membandingkan efektivitas sebelum dan sesudah pemberian *Moringa Oleifera* dan Asam Folat terhadap kadar glukosa tikus betina

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian pada judul tesis “Efektivitas Pemberian *Moringa Oliefera* dan Asam Folat terhadap kadar glukosa pada tikus Betina” dapat mencakup berbagai aspek, antara lain:

1) Bagi peneliti

Penelitian ini berguna untuk menambah wawasan, pengetahuan serta pengalaman serta menerapkan ilmu yang diperoleh selama perkuliahan.

2) Bagi Masyarakat

Penelitian ini berguna untuk memberikan informasi dan dapat dijadikan sebagai sumber bacaan untuk masyarakat dengan

memanfaatkan tanaman herbal sebagai cara yang sehat untuk menurunkan kadar gula darah.

3) Bagi Pendidikan

Penelitian ini dapat dijadikan sebagai sumber referensi guna memperluas pengetahuan dan wawasannya mengenai pemanfaatan tanaman herbal sebagai minuman kesehatan. Selain itu, menjadi informasi baru bagi perkembangan ilmu kesehatan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Teori

2.1.1 Deflnisi *Moringa Oliefera*

Moringa oleifera (Lam. Moringaceae) dijuluki pohon ajaib (“miracle tree”), atau hadiah alami “natural gift”, atau “sahabat ibu (mother’s best friend)” merupakan salah satu tanaman yang populer dan paling banyak digunakan dan dipelajari diantara 13 spesies dalam genus monogenerik *moringa* dari famili *Moringaceae* karena pemanfaatannya dalam senyawa bioaktif. *Moringa oleifera* memiliki keanekaragaman baik dalam karakter maupun morfologi. *Moringa oleifera* tumbuh di negara tropis dan subtropis dengan fitur lingkungan yang khas, yaitu iklim tropis atau subtropis kering hingga lembab, dengan curah hujan tahunan 760 hingga 2500 mm (memerlukan irigasi kurang dari 800 mm) dan suhu antara 18 dan 28 °C, dapat tumbuh di tanah jenis apapun, tetapi lempung berat dan tergenang air, dengan pH antara 4,5 dan 8 pada ketinggian sampai 2000 m. (Junaedah, 2022)

Tanaman kelor (*Moringa Oleifera*) merupakan tanaman berkayu lunak yang digunakan sebagai bahan pengobatan tradisional dan industri lainnya. Tanaman kelor mudah tumbuh di daerah tropis yang lembab serta di daerah panas, bahkan tanah kering. Di Indonesia tanaman kelor tersebar mulai dari Sumatra hingga Papua. Daun tanaman kelor mengandung senyawa alkaloid, tanin, dan senyawa polifenol seperti flavonoid, quercetin, kaempferol, dan asam fenolat. (El-khodary et al., 2022)

Kelor atau *Moringa Oliefera* merupakan sejenis tumbuhan dari suku *Moringaceace*. Tumbuhan ini di kenal dengan nama lain seperti limaran, *Moringa*, *ben-oil*, *drumstick horseradish tree* dan *malunggay*. Kelor banyak dibudidayakan di Dunia karena tumbuh dengan cepat, berumur panjang, berbunga sepanjang tahun dan tahan kondisi

panas ekstrim. Kelor berasal dari daerah tropis dan subtropis di Asia Selatan. (Hijrawati, 2021)

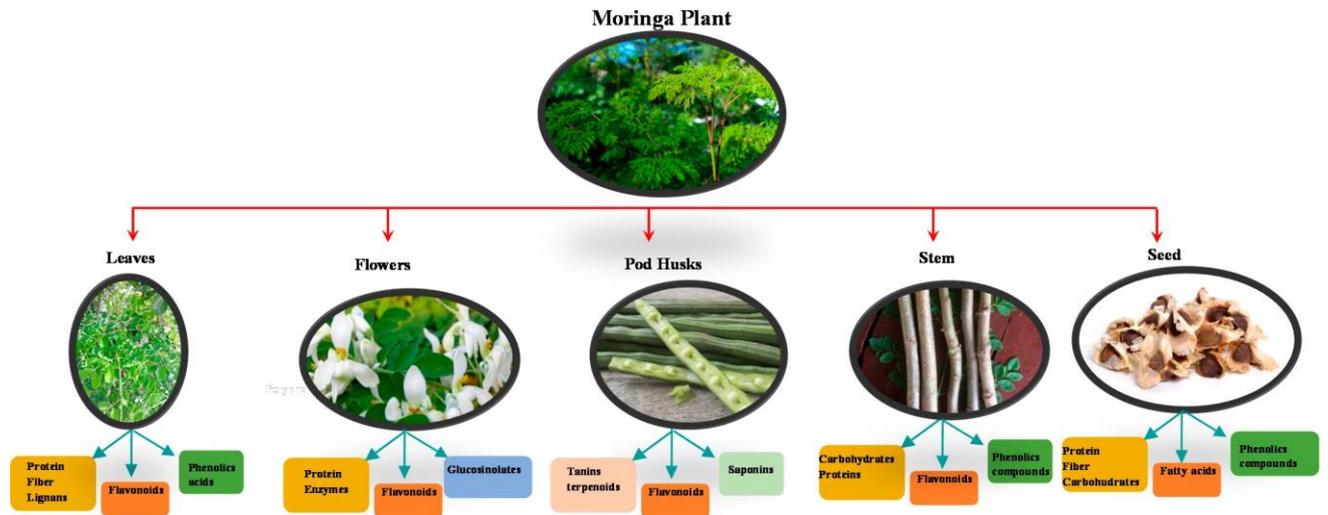
Moringa Oleifera adalah tanaman yang berkualitas tinggi banyak dibudidayakan dan digunakan untuk keperluan makanan, obat-obatan dan industri. Hampir semua bagian tanaman bermanfaat. Akar, kulit kayu, getah, daun, buah (polong), bunga, biji dan minyak biji, telah digunakan untuk mengobati berbagai penyakit, seperti infeksi kulit, bengkak, anemia, asma, bronkitis, diare, sakit kepala, nyeri sendi, rematik, asam urat, diare, masalah jantung, demam, gangguan pencernaan, luka, diabetes, konjungtivitis, wasir, gondok, sakit telinga, campak dan cacar dalam sistem pengobatan Ayurveda dan Unani di India (Milla et al., 2021) untuk tujuan nutrisi, daunnya dapat digunakan untuk makanan manusia, daun kelor dikenal sebagai suplemen makanan bergizi yang dapat menyelamatkan kehidupan manusia, terutama di beberapa negara dengan masyarakat gizi buruk. (Junaedah, 2022)

Gambaran Umum Daun Kelor Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) diklasifikasikan sebagai berikut (A. Apriantini et al., 2022) :

- Kingdom: Plantae (Tumbuhan)
- Divisi: Spermatophyta
- Sub divisi: Angiospermae
- Kelas: Dicotyledone
- Sub kelas: Dialypetalae
- Ordo: Rhoadales (Brassicales)
- Famili: Moringaceae
- Genus: Moringa
- Spesies: Moringa oleifera

2.1.2 Kandungan Daun Kelor (*Moringa Oleifera*)

Penggunaan daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai penguat makanan dapat meningkatkan kualitas makanan pendamping. Selain itu penggunaan daun kelor dapat berupa kapsul ekstrak daun kelor sebagai suplemen, juga dalam bentuk bubuk yang difortifikasi, ditambahkan atau ditaburkan dalam makanan sehari-hari anak.



Komposisi nutrisi pada tanaman kelor berdasarkan sediaannya dapat dilihat pada tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1 Komposisi nutrisi* daun, bubuk daun, biji dan polong tanaman kelor (*semua nilai dalam 100 g per bahan tanaman) (Junaedah, 2022)

| | Daun Segar | Daun Kering | Bubuk Daun | Benih/Biji | Polong |
|------------------|------------|-------------|------------|---------------|--------|
| Calories (cal) | 92 | 329 | 205 | - | 26 |
| Protein (g) | 6,7 | 27,1 | 29,4 | 35,97±0,19 | 2,5 |
| Fat (g) | 1,7 | 5,2 | 2,3 | 38,67 ± 0,03 | 0,1 |
| Carbohydrate (g) | 12,5 | 41,2 | 38,2 | 8,67 ± 0,12 | 3,7 |
| Fibre (g) | 0,9 | 12,5 | 19,2 | 2,87 ± 0,03 | 4,8 |
| Vitamin B1 (mg) | 0,06 | 2,02 | 2,64 | 0,05 | 0,05 |
| Vitamin B2 (mg) | 0,05 | 21,3 | 20,5 | 0,06 | 0,07 |
| Vitamin B3 (mg) | 0,8 | 7,6 | 8,2 | 0,2 | 0,2 |
| Vitamin C (mg) | 220 | 15,8 | 17,3 | 4,5 ± 0,17 | 120 |
| Vitamin E (mg) | 448 | 10,8 | 113 | 751,67 ± 4,41 | - |
| Calcium (mg) | 440 | 2185 | 2003 | 45 | 30 |
| Magnesium (mg) | 42 | 448 | 368 | 635 ± 8,66 | 24 |
| Phosphorus (mg) | 70 | 252 | 204 | 75 | 110 |
| Potassium (mg) | 259 | 1236 | 1324 | - | 259 |
| Copper (mg) | 0,07 | 0,49 | 0,57 | 5,20 ± 0,15 | 3,1 |
| Iron (mg) | 0,85 | 25,6 | 28,2 | - | 5,3 |
| Sulphur (mg) | - | - | 870 | 0,05 | 137 |

Daun kelor telah banyak dimanfaatkan sebagai alternatif makanan dalam mengatasi malnutrisi terutama pada anak-anak dan bayi, karena daun kelor mengandung berbagai nutrisi penting yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan anak. Kandungan nutrisi utama dan kandungan pangan yang bermanfaat dalam daun kelor antara lain adalah:

a. Protein atau asam amino

Daun kelor khususnya dalam sediaan bubuk/serbuk mengandung kualitas protein yang baik karena mengandung 20 asam amino yang dibutuhkan oleh tubuh, 9 diantaranya adalah asam amino esensial yaitu asam amino yang tidak dapat disintesis oleh tubuh sehingga perlu diperoleh dari makanan. Asam amino dalam tubuh memiliki fungsi sebagai penyusun antibody, mengontrol distribusi cairan intraseluler dan ekstraseluler, transportasi hormon, mendistribusikan oksigen dan nutrisi ke jaringan tubuh, buffer cairan plasma, membentuk faktor pembekuan darah, neurotransmitter dan hormon. Defisiensi protein dapat menurunkan sistem imun sehingga memiliki potensi menderita penyakit tertentu. (Junaedah, 2022)

Asam amino esensial maupun non esensial yang lengkap pada tanaman kelor memiliki peranan penting terhadap fungsi fisiologis tubuh oleh karena itu tanaman kelor memiliki kapabilitas sebagai bahan utama maupun bahan tambahan dalam pengolahan makanan. Asam amino non esensial yang terkandung dalam daun kelor baik seperti alanin, arginin, sistein, asam glutamate, glisin, serin, prolin, tirosin. Asam amino esensial pada ekstrak daun kelor serta peranannya terhadap fisiologi tubuh dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 2.2 Komposisi asam amino esensial pada ekstrak daun kelor serta peranannya terhadap fisiologi tubuh. (Junaedah, 2022)

| Asam Amino Esensial | Ekstrak daun Kelor (mg/g protein) | Peranan Terhadap Fisiologi Tubuh |
|---------------------|-----------------------------------|--|
| Histidin | 31 | Beberapa dalam pertumbuhan dan perbaikan jaringan, menjaga keutuhan selubung mielin, pembentukan sel darah merah dan sel darah putih dan membantu melindungi tubuh dari kerusakan akibat pengaruh radiasi dan detoksifikasi logam berat |
| Isoleusin | 51 | Menyusun protein dan enzim, menstimulasi otak, memulihkan kembali otot setelah latihan fisik, mengatur kadar gula darah, memfasilitasi zat besi membawa hemoglobin |
| Leusin | 98 | Asam amino esensial digunakan di liver, lemak, dan otot, memfasilitasi biosintesis sterol didalam tubuh dan menstimulasi pertumbuhan oto dan menghambat degradasi otot |
| Lisin | 66 | Berfungsi untuk pertumbuhan, berperan dalam memproduksi kartinin yang berfungsi untuk merubah asam lemak menjadi energy dan menurunkan kolestero membantu absorpsi kalsium dan pembentukan kolagen dan berperan membentuk antibodi, hormon dan jaringan ikat |
| Methionin + | 21 | Mensuplai sulphur dan komponen lain yang dibutuhkan untuk metabolisme dan pertumbuhan |
| Fenilalanin + | 105 | Asam Amino esensial yang akan dirubah menjadi tirosin, berperan dalam pembentukan protein dan neurotransmitter (L-dopa, epinefrin, norepinefrin, dan hormone tiroid |
| Threonin | 50 | Membantu fungsi hati menurunkan kadar lemak, menjaga keseimbangan protein, mendukung fungsi kardiovaskuler, liver, sistem saraf pusat, dan fungsi sistem imun atau pembentukan antibodi. |
| Triptofan | 21 | Berperan dalam pertumbuhan bayi dan keseimbangan nitrogen pada orang dewasa, pembentukan vitamin B, niasin, dan neurotransmitter, mendukung sistem imun, mencegah insomnia, mengurangi kecemasan, depresi, dan menghilangkan migrain. |
| Valin | 63 | Asam amino esensial yang terdapat di jaringan otot dalam konsentrasi tinggi, berperan dalam mengatasi sindrom adiksi |

b. Mineral dan makroelemen

Mineral dibutuhkan oleh tubuh untuk menjalankan fungsi biologisnya. Tanaman kelor mengandung berbagai macam mineral baik makroelemen maupun mikroelemen. Fungsi utama dari mineral adalah membentuk dan mengatur fungsi jaringan. (Subandrate et al., 2022)

Mineral makroelemen dalam tanaman kelor merupakan mineral yang yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah yang besar antara lain adalah:

1) Kalsium

Kalsium dalam daun kelor berkisar 500 mg per 100gram daun dan meningkat lima kali lebih besar jika dalam sediaan serbuk. Kalsium berfungsi pembentukan dan menjaga kesehatan tulang dan gigi serta mengatur pembekuan darah dan fungsi seluler.

2) Magnesium

Magnesium dalam daun dan polong kelor berkisar 25 mg/100gram sedangkan sediaan serbuk mengandung sekitar 370 mg/100 gr. Fungsi magnesium terhadap kesehatan manusia antara lain stimulasi motilitas saluran cerna dan fungsi usus (sebagai laksatif), relaksasi sistem syaraf dan pembuluh darah, sehingga dapat mengatasi stress, iritabilitas, dan tekanan darah tinggi dan berperan dalam proses metabolisme kalsium dan fiksasi tulang serta penting untuk menyusun struktur dan fungsi paru-paru.

3) Potasium

Potasium dalam daun dan polong kelor sekitar 260 mg/100gr sedangkan dalam bentuk bubuk mengandung potasium sekitar 1300 mg/100 gr. Potassium berperan dalam fungsi saraf dan otak, mengontrol kontraksi otot dan tekanan darah dan bersama sodium menjaga keseimbangan air.

4) Fosfor

Fosfor dalam tanaman kelor sekitar 100mg/100gr sedangkan dalam sediaan bubuk dua kali lipat lebih banyak

mengandung fosfor. Fosfor berperan dalam memelihara kesehatan tulang dan gigi, membantu tubuh mengabsorpsi glukosa dan mentranspor asam lemak, mengatur keseimbangan asam dan basa di dalam tubuh.

5) Sulfurs

Sulfur dalam daun dan polong kelor sekitar 140mg/100gr sedangkan dalam sediaan bubuk dua sekitar 800mg/100gr. Peranan sulfur dalam tubuh sangat penting oleh karena dibutuhkan sebagai penyusun protein, memelihara ketahanan tubuh terhadap penyakit, mengatur kadar gula darah, dan berperan dalam proses detoksifikasi tubuh.

Adapun Mineral mikroelemen dalam tanaman kelor yaitu mineral yang yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah yang kecil antara lain adalah:

1) Zat besi (Fe)

Zat besi yang terdapat pada daun kelor lebih tinggi dibandingkan pada bayam. Sekitar 10-20 mg zat besi dibutuhkan tubuh setiap hari yang dapat diperoleh dari 100gram daun atau polong kelor atau 25 gr dalam sediaan bubuk. Zat besi merupakan elemen utama pada protein yang mengikat oksigen dalam darah ke seluruh tubuh, zat besi yang dibutuhkan untuk eritropoesis, berperan dalam fungsi biologis termasuk respirasi, produksi energi, sintesis DNA, dan proliferasi sel. Absorb zat besi tergantung pada sediaan vitamin c dalam tubuh.

2) Zinc (Zn)

Zinc dapat ditemukan pada daun, polong dan biji kelor dengan jumlah yang hampir sama dengan yang terdapat dalam kacang-kacangan. Sedangkan sediaan serbuk kelor mengandung zinc dua kali lebih besar dibandingkan dengan daun segar. Zinc merupakan co-faktor dari 100 jenis enzim dan berperan dalam sistem imun, mempercepat penyembuhan, pertumbuhan dan perkembangan selama kehamilan, masa anak-anak, dan remaja.

3) Tembaga (Cu)

Tembaga berperan dalam perkembangan sistem syaraf, proses sintesis dan pemeliharaan selubung mielin. Selubung mielin merupakan substansi yang menjamin sel syaraf dapat mentransmisikan impuls. Tembaga juga memiliki kemampuan sebagai ko-faktor untuk proses yang menetralkan radikal bebas. Daun kelor sebanyak 100gram dapat memenuhi kebutuhan tembaga untuk orang dewasa yaitu 1 mg per hari.

4) Mangan (Mn)

Daun kelor segar mengandung mangan sekitar 5mg/100gr, sehingga dengan mengkonsumsi kelor minimal 100 gr/perhari dapat memenuhi kebutuhan harian mangan orang dewasa (2-5 mg/hari). Mangan memiliki kemampuan mengaktifasi sebagian besar enzim yang terlibat dalam pencernaan makanan, pemecahan kolesterol, produksi hormone sex, dan fungsi tulang serta kulit.

5) Selenium

Selenium pada daun kelor sekitar 8-10 µg/100gr lebih besar dibandingkan dengan buah-buahan dan sayuran pada umumnya. Selenium berperan dalam proses metabolisme hormon thyroid.

c. Lemak

Lemak yang berasal dari makanan terdiri dari kolesterol, asam lemak jenuh, asam lemak tak jenuh tunggal, dan asam lemak tak jenuh ganda. Lemak merupakan unsur penting dalam tubuh manusia dan jenis lemak berkaitan dengan kesehatan. Tanaman kelor mengandung asam lemak omega-3 yang tinggi sehingga dapat membantu menyeimbangkan rasio konsumsi asam lemak omega-3 dan omega-6. Omega-3 berperan dalam perkembangan fungsi kognitif dan perilaku, sehingga kecukupan asupan asam lemak omega-3 pada masa kehamilan dapat mencegah bayi terhadap gangguan penglihatan dan system syaraf.

d. Vitamin

Vitamin berperan pada seluruh proses metabolisme. Vitamin larut lemak mengatur reaksi metabolisme spesifik, sedangkan vitamin larut air merupakan co-enzim yang mengontrol reaksi biokimia dan

pembentukan energi. Daun kelor telah dilaporkan menjadi sumber nutrisi yang kaya akan Vitamin seperti β -karoten, asam askorbat (vitamin C) (271 mg/100 g), α tokoferol (vitamin E) (36,9 mg/100 g), karotenoid seperti trans-lutein (37 mg/100 g), trans β -karoten (18 mg/100 g), dan trans-zeaxanthin (6 mg/100 g). vitamin B seperti asam folat, piridoksin dan asam nikotinat

2.1.3 Intervensi Kelor terhadap Kadar Glukosa

a. Pemberian *Moringa Oleifera* Tunggal

Mengukur efek pemberian daun *moringa oleifera* secara tunggal terhadap penurunan kadar glukosa darah tikus betina yang mengalami diabetes mellitus

b. Pemberian Asam folat Tunggal

Mengevaluasi pengaruh pemberian asam folat secara tunggal terhadap kontrol gula darah pada tikus betina yang menderita diabetes mellitus

c. Kombinasi *Moringa Oleifera* dan Asam Folat

Menilai efek sinergis dan pemberian kombinasi MO dan AF terhadap penurunan kadar glukosa darah pada tikus betina dengan diabetes mellitus.

2.2 Tinjauan Tentang Asam Folat

2.2.1 Definisi Asam Folat

Asam folat atau folat merupakan salah satu jenis vitamin B. Asam Folat dikenal juga dengan nama vitamin B9. Asam folat terutama terdapat pada dalam tumbuh-tumbuhan seperti tanaman polong-polongan, sayur-sayuran hijau, kacang-kacangan, biji-bijian, dan sari jeruk. Sumber asam folat hewani terutama dalam hati dan susu. (Subandrate et al., 2022)

Asam folat merupakan vitamin B yang memegang peranan penting dalam perkembangan embrio. Asam folat juga membantu mencegah neural tube defect, yaitu cacat pada otak dan tulang belakang. Kekurangan asam folat dapat menyebabkan kehamilan prematur, anemia, cacat bawaan, bayi dengan berat bayi lahir rendah (BBLR), dan pertumbuhan janin terganggu. Gangguan metabolisme DNA dan anemia bagi ibu serta bagi janin yang menyebabkan terjadinya kecacatan pada bayi yang akan dilahirkan. Hal ini dapat juga terjadi pada masyarakat

yang pengetahuannya dan sikapnya rendah, tidak mengetahui dari mana sumber memperoleh makanan yang kaya folat secara teratur. (Fitria & Wulandari, 2020)

Asam folat merupakan senyawa induk dari sekumpulan senyawa yang secara umum disebut folat. Senyawa ini mempunyai berat molekul (BM) 144. Molekul asam folat terdiri dari tiga gugus yaitu pteridin, suatu cincin yang mengandung atom nitrogen, cincin psoriasis aminobenzoic acid (PABA) dan asam glutamat. Tubuh manusia tidak dapat mensintesis struktur folat, sehingga membutuhkan asupan dari makanan.^{1,2} Walaupun banyak bahan makanan yang mengandung folat, tetapi karena sifatnya termolabil dan larut dalam air, sering kali folat dari bahan-bahan makanan tersebut rusak karena proses memasak. (Subandrate et al., 2022)

Vitamin B12 dibutuhkan untuk mengaktifkan asam folat dan metabolisme sel, terutama sel-sel saluran cerna, sumsum tulang dan jaringan syaraf. Asam folat berperan dalam metabolisme asam amino yang diperlukan dalam pembentukan sel darah merah. (Yasaroh et al., 2021)

Asam folat biasanya banyak digunakan pada ibu hamil karena memiliki beberapa manfaat yang sangat penting diantaranya mendukung pertumbuhan janin, dapat mencegah anemia, sebagai sistem kekebalan tubuh, mencegah komplikasi pada kehamilan, suplemen pada ibu, dan dapat membantu dalam penyerapan nutrisi. Pada ibu hamil penting dalam mengkonsumsi asam folat sebaiknya dimulai sebelum kehamilan, idealnya beberapa bulan sebelumnya, karena kebutuhan asam folat meningkat saat janin berkembang di awal kehamilan ketika ibu mungkin belum menyadari bahwa dia hamil. (Mashayekh-Amiri et al., 2022)

Sebagaimana vitamin B yang lain, peran asam folat dalam tubuh terutama sebagai koenzim. Di dalam tubuh asam folat diaktifkan menjadi tetrahidrofolat (THF). THF berperan sebagai pembawa unit satu karbon dalam berbagai metabolisme. Dalam metabolisme nukleotida, THF mendonorkan gugus metenil atau formil. Dalam metabolisme asam amino, THF mendonorkan gugus metil. Asam folat telah diketahui berperan dalam mencegah terjadinya salah satu penyakit diabetes mellitus. Selain itu,

asam folat digunakan untuk pencegahan dan pengobatan anemia megaloblastik dan beberapa keganasan. (Mashayekh-Amiri et al., 2022)

Defisiensi asam folat telah dikaitkan dengan berbagai penyakit seperti diabetes mellitus, anemia megaloblastik, beberapa kelainan kongenital, atau penyakit kardiovaskuler. Oleh karena itu, berbagai negara melakukan suplementasi atau fortifikasi asam folat dalam makanan. Dampak suplementasi atau fortifikasi asam folat pada berbagai negara telah berhasil mengurangi kejadian diabetes mellitus. Namun, dampak buruk suplementasi atau fortifikasi asam folat belum pernah dievaluasi. Hasil beberapa penelitian menunjukkan bahwa suplementasi asam folat (360-4000 µg) meningkatkan kasus keguguran. (Maher et al., 2021)

2.2.2 Kandungan asam folat dalam tubuh

Asam folat juga dikenal sebagai Vitamin B9, yang merupakan nutrisi penting bagi tubuh manusia dengan berbagai manfaat kesehatan. Berikut ada beberapa kandungan asam folat bagi tubuh manusia:

a. Pertumbuhan dan perkembangan

Asam folat penting dalam perkembangan dan pertumbuhan sel-sel tubuh, termasuk sel-sel darah merah. Ini sangat kritis selama masa pertumbuhan, seperti selama kehamilan dan masa anak-anak.

b. Pembentukan DNA

Asam folat diperlukan untuk sintesis dan perbaikan DNA. Ini sangat penting selama pembelahan sel, termasuk pembelahan sel-sel dalam janin berkembang dan sel-sel yang berlipat ganda secara cepat, seperti sel-sel dalam sumsum tulang dan sel-sel usus.

c. Kesehatan Sel Darah Merah

Asam folat berperan dalam pembentukan sel darah merah. Kekurangan asam folat dapat menyebabkan anemia, di mana tubuh tidak memiliki jumlah sel darah merah yang cukup untuk mengangkut oksigen ke jaringan tubuh.

d. Dukungan Sistem Saraf

Asam folat merupakan komponen penting dalam pembentukan sistem saraf. Ini khususnya penting selama pembentukan tabung

saraf pada awal kehamilan dan selama perkembangan sistem saraf pada bayi dan anak-anak.

e. Fungsi Otak

Asam folat berperan dalam fungsi kognitif dan kesehatan otak. Kekurangan asam folat telah dikaitkan dengan risiko penurunan kognitif dan masalah kesehatan mental seperti depresi.

f. Pencegahan Cacat Tabung Saraf

Asam folat memiliki peran kunci dalam mencegah cacat tabung saraf pada bayi yang sedang berkembang. Kekurangan asam folat pada ibu hamil dapat meningkatkan risiko cacat tabung saraf pada janin.

g. Pencegahan Penyakit Jantung

Asam folat telah dikaitkan dengan penurunan risiko penyakit kardiovaskular. Ini mungkin karena perannya dalam mengontrol tingkat homosistein dalam darah, yang jika tinggi dapat meningkatkan risiko penyakit jantung.

h. Dukungan Imun

Asam folat juga berperan dalam menjaga sistem kekebalan tubuh yang sehat, membantu tubuh melawan infeksi dan penyakit.

Asam folat tidak dapat diproduksi oleh tubuh manusia sendiri, sehingga harus diperoleh dari makanan atau suplemen. Makanan kaya asam folat meliputi sayuran berdaun hijau (seperti bayam dan kale), hati, kacang-kacangan, biji-bijian, jeruk, dan produk roti atau sereal yang diperkaya dengan asam folat. Jika diperlukan, suplemen asam folat juga tersedia dan sering direkomendasikan untuk ibu hamil atau individu dengan risiko kekurangan asam folat. (Fitria & Wulandari, 2020)

2.2.3 Asam folat pada ibu hamil

Kekurangan vitamin B12 dan asam folat selama kehamilan berhubungan dengan peningkatan risiko kelahiran prematur, berat bayi lahir rendah dan terganggunya pertumbuhan janin. Selain itu kekurangan B12 dapat menyebabkan kesemutan, gangguan penglihatan, alzheimer dan demensia. Penyebab anemia terutama adalah kekurangan zat gizi yang berperan dalam pembentukan hemoglobin, yaitu protein, besi,

vitamin B12, vitamin C dan asam folat. Vitamin B12 dibutuhkan untuk mengaktifkan asam folat dan metabolisme sel, terutama sel-sel saluran cerna, sumsum tulang dan jaringan syaraf. Asam folat berperan dalam metabolisme asam amino yang diperlukan dalam pembentukan sel darah merah (Astriningrum et al., 2017). Pedoman di Inggris merekomendasikan bahwa wanita harus mengonsumsi suplemen asam folat 400mg sebelum konsepsi dan dalam 12 minggu pertama pasca konsepsi, dengan dosis meningkat menjadi 5 mg pada mereka yang berisiko tinggi terkena NTD dan pada wanita dengan diabetes mellitus (Maher et al., 2021)

2.2.4 Intervensi pemberian asam folat terhadap Kadar Glukosa

a. Penurunan Resiko Komplikasi

Beberapa studi telah menyarankan bahwa asam folat dapat membantu menurunkan risiko komplikasi yang terkait dengan diabetes mellitus, seperti penyakit kardiovaskular, neuropati diabetik, dan retinopati diabetik. Ini mungkin terkait dengan sifat antioksidan asam folat dan kemampuannya untuk melindungi pembuluh darah dan jaringan saraf dari kerusakan yang disebabkan oleh diabetes.

b. Kontrol Gula Darah

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa asam folat dapat mempengaruhi regulasi gula darah. Namun, hasilnya bervariasi, dan mekanisme pastinya masih belum sepenuhnya dipahami. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa asam folat dapat meningkatkan sensitivitas insulin atau mengurangi resistensi insulin, yang dapat membantu meningkatkan kontrol gula darah pada penderita diabetes.

c. Perlindungan terhadap Kerusakan Oksidatif

Asam folat, sebagai antioksidan, dapat membantu melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan yang disebabkan oleh stres oksidatif, yang sering terjadi pada diabetes mellitus. Ini dapat membantu mengurangi risiko komplikasi dan memperbaiki kondisi umum penderita diabetes.

d. Pengaruh pada Peradangan

Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa asam folat dapat memiliki efek antiinflamasi, yang dapat bermanfaat bagi penderita diabetes mellitus. Peradangan kronis sering terjadi pada diabetes dan berkontribusi pada perkembangan komplikasi yang terkait.

2.3 Tinjauan Tentang Glukosa

2.3.1 Definisi Glukosa

Glukosa darah atau kadar gula darah adalah istilah yang mengacu kepada tingkat glukosa di dalam darah. Konsentrasi gula darah atau tingkat glukosa serum diatur dengan ketat di dalam tubuh. Glukosa darah atau kadar gula darah adalah suatu gula monosa-karida, karbohidrat terpenting yang digunakan sebagai sumber tenaga utama dalam tubuh. Glukosa merupakan prekursor untuk sintesis semua karbohidrat lain didalam tubuh seperti glikogen, ribose, deoxiribose dalam asam nukleat, galaktosa dalam laktosa susu, glikolipid, glikoprotein dan proteoglikan. (Fahmi et al., 2020)

Glukosa merupakan bahan bakar karbohidrat utama yang ditemukan dalam darah dan bagi banyak organ tubuh, glukosa merupakan bahan bakar primer. Glukosa diangkut dalam plasma menuju seluruh bagian tubuh dan langsung digunakan sebagai sumber energi. Pada daerah-daerah lain, glukosa diambil dan disimpan sebagai glikogen. Penanganan glukosa memiliki peran utama dalam pemanfaatan, pengisian ulang dan distribusi seluruh bahan bakar metabolik. Perubahan kadar glukosa darah secara tajam akan secara serius mengganggu kinerja dan kesehatan, bahkan mengancam kehidupan. (Rani et al., 2020)

Pemeriksaan glukosa darah merupakan pemeriksaan yang paling sering dilakukan karena berperan penting dalam proses metabolisme tubuh. Peran glukosa adalah menjadi karbohidrat utama yang sebagian besar diserap ke dalam aliran darah sebagai glukosa, dan gula lainnya diubah menjadi glukosa di hati. Glukosa adalah sumber energi manusia, terbentuk dari karbohidrat, dikonsumsi dan disimpan di hati dan otot sebagai glikogen. Pemeriksaan glukosa darah merupakan pemeriksaan yang sering dilakukan karena memiliki peran penting dalam proses membantu diagnosis dokter. Glukosa terbentuk dari karbohidrat yang dikonsumsi melalui makanan dan disimpan menjadi glikogen pada hati dan oto. Kadar glukosa darah dipengaruhi oleh faktor endogen dan eksogen. Faktor endogen yaitu humoral gaktor misalnya hormon insulin, glukokagon dan kortisol menjadi sistem resptor pada otot dan sel hati.

Pemeriksaan glukosa bisa memakai darah lengkap seperti serum dan plasma. (Indah Fitriyani & Subur Wibowo, 2022)

Dalam darah atau serum terdapat konsentrasi glukosa yang disebut glukosa darah, batas normal konsentrasi seseorang yang tidak makan dalam waktu 3 atau 4 jam yang lalu sekitar 90 mg/dl. Mengonsumsi makanan yang banyak mengandung karbohidrat sekalipun, konsentrasi ini jarang meningkat diatas 140 mg/dl kecuali orang tersebut menderita Diabetes Mellitus. Glukosa yang dialirkan melalui darah adalah sumber utama energi untuk sel - sel tubuh. Glukosa darah merupakan gula yang terdapat dalam darah yang terbentuk dari metabolisme karbohidrat. Pemeriksaan glukosa darah merupakan salah satu pemeriksaan dalam laboratorium klinik. (Rani et al., 2020)

2.3.2 Kadar Glukosa

Kadar glukosa darah dipengaruhi oleh faktor endogen dan eksogen. Faktor endogen yaitu humoral faktor seperti hormon insulin, glukagon dan kortisol sebagai sistem reseptor di otot dan sel hati. Faktor eksogen antara lain jenis dan jumlah makanan yang dikonsumsi serta aktivitas yang dilakukan. Kestabilan glukosa harus tetap di jaga untuk mempertahankan fungsi tubuh untuk bekerja dengan sebaik-baiknya. Ketidak-seimbangan kadar glukosa dapat memicu berbagai jenis penyakit yang berbahaya. (Rani et al., 2020)

Kadar gula darah sewaktu dan kadar glukosa darah puasa sebagai patokan penyaring dan diagnosa diabetes mellitus. Kadar glukosa juga dipengaruhi berbagai faktor dan hormon insulin yang dihasilkan kelenjar pankreas, sehingga hati dapat mengatur kadar glukosa dalam darah. Nilai normal kadar glukosa dalam serum dan plasma adalah 75-115 mg/dL, kadar gula 2 jam postprandial \leq 140 mg/dL, dan kadar gula darah sewaktu \leq 140 mg/dL (Nurmalasari et al., 2021).

Kadar glukosa darah yang tidak terkontrol pada pasien diabetes melitus akan menyebabkan berbagai komplikasi, baik yang bersifat akut maupun yang kronik. Pada kadar glukosa darah yang sangat tinggi (pada KAD 300-600 mg/dL, pada SHH 600-1200 mg/dL), komplikasi akut pasien biasanya tidak sadarkan diri dengan angka kematiannya yang tinggi, dan komplikasi akut seperti makroangiopati, mengenai jantung, stroke,

retinopati diabetika (mengenai retina mata) dan nefropati diabetika (mengenai ginjal), mata, glaukoma, penciuman menurun, mudah terjangkit Tuberculosis (TB), dan kaki/ulkus diabetika (diabetic foot). Oleh karena itu, sangatlah penting bagi para pasien untuk memantau kadar glukosa darahnya secara rutin. (T.Eltrikanawati & Fedillah Nurhafifah, 2023)

Kadar glukosa darah akan meningkat apabila kekurangan insulin baik absolut maupun relatif. Pada keadaan hewan normal, kadar glukosa darah akan meningkat setelah makan dan tetap bertahan dalam waktu yang singkat. Glukosa darah merupakan gula yang terdistribusi dalam darah berasal dari karbohidrat makanan dan glikogen hati dan otot. Jika sistem pengontrolan kadar glukosa darah tidak baik akan mengakibatkan penyakit, salah satunya diabetes mellitus. Informasi pengaruh pemberian ragi terhadap glukosa darah sampai saat ini belum ada. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian MO dan AF selama 28 hari terhadap kadar glukosa darah tikus putih. (Indah Fitriyani & Subur Wibowo, 2022)

2.3.3 Faktor yang mempengaruhi Kadar Glukosa Darah

Beberapa faktor yang mempengaruhi kadar glukosa di dalam darah adalah:

1. Konsumsi Karbohidrat

Karbohidrat adalah salah satu bahan makanan utama yang diperlukan oleh tubuh. Sebagian besar karbohidrat yang dikonsumsi terdapat dalam bentuk polisakarida yang tidak dapat diserap secara langsung. Karbohidrat harus dipecah menjadi bentuk yang lebih sederhana untuk dapat diserap melalui mukosa saluran pencernaan. Kebanyakan karbohidrat dalam makanan akan diserap ke dalam darah dalam bentuk monosakarida glukosa. Jenis gula lain akan diubah oleh hati menjadi glukosa.

2. Aktivitas fisik

Aktivitas fisik mempengaruhi kadar glukosa dalam darah. Ketika melakukan aktivitas penggunaan glukosa oleh otot dapat meningkat. Sintesis glukosa endogen akan ditingkatkan untuk menjaga agar kadar glukosa dalam darah tetap seimbang. Ketika tubuh dapat

mengkompensasi kebutuhan glukosa yang tinggi akibat aktivitas fisik yang berlebihan maka kadar glukosa tubuh akan menjadi rendah (hipoglikemia). Sebaliknya jika glukosa darah melebihi kemampuan tubuh untuk menyimpan disertai dengan aktivitas fisik yang kurang maka kadar glukosa darah menjadi lebih tinggi dari normal (hiperglikemia).

3. Keadaan sakit

Beberapa penyakit dapat mempengaruhi kadar glukosa di dalam darah seseorang di antaranya adalah penyakit metabolisme diabetes melitus dan tirotoksikosis. Diabetes melitus adalah sekelompok penyakit metabolik berupa hiperglikemia yang diakibatkan oleh penggunaan sekresi insulin. Penyakit tirotoksikosis adalah respon jaringan tubuh akibat pengaruh metabolik hormon tiroid yang berlebihan. Hormon tiroid mempunyai efek pada pertumbuhan sel, perkembangan, dan metabolisme energi. Tiroksikosis dapat menaikkan kadar glukosa darah melalui efek hormon tiroid terhadap metabolisme karbohidrat

2.3.4 Jenis Kadar Glukosa Darah

a. Gula darah sewaktu

Glukosa darah sewaktu adalah pemeriksaan kadar gula darah yang dilakukan seketika waktu tanpa harus puasa atau melihat makanan yang terakhir dimakan. Nilai rujukan glukosa darah sewaktu ≤ 110 mg/dl. Metabolisme glukosa yang tidak berjalan dengan baik dapat merusak organ-organ tubuh. Kadar glukosa yang tinggi dapat menyebabkan hiperglikemia dan penyakit Diabetes mellitus. (Fahmi et al., 2020)

World Health Organization (WHO), menyatakan prevalensi glukosa darah sewaktu (GDS) yang normal 2 jam setelah makan berkisar antara 80-180 mg/dl. kondisi yang ideal yaitu 80-144 mg/dl. Glukosa darah sewaktu (GDS) pada kondisi cukup 145-179 mg/dl. Glukosa darah sewaktu (GDS) pada kondisi buruk angka 180 mg/dl (masih dalam katagori aman). Nilai rujukan untuk glukosa darah sewaktu normalnya < 110 mg/dl. Untuk diabetes diatas 200 mg/dl. Namun sebenarnya kadar glukosa darah normal atau tidak di dalam

darah, bisa berubah sepanjang waktu, seperti sebelum makan dan setelah makan. Nilai normal kadar gula darah tiap waktu pada saat tidak makan selama 8 jam (puasa) < 100 mg/dl, sebelum makan 70-130 mg/dl, setelah makan (1-2 jam) < 180 mg/dl dan sebelum tidur 100-140 mg/dl. (Fahmi et al., 2020)

b. Gula darah puasa (GDP)

Pada pasien dengan kadar glukosa puasa di bawah 200 mg/dL, tanpa diabetes sebelumnya dan diberikan GC dosis rendah, penekanan terapi harus fokus pada olahraga, terapi diet dan agen antidiabetik oral. Kementerian Kesehatan RI (2020) menyebutkan bahwa nilai normal glukosa darah sewaktu adalah kurang dari 200 mg/dL, glukosa darah puasa kurang dari 126 mg/dL, dan glukosa darah 2 jam setelah diberi beban glukosa adalah <200 mg/dl. (T.Eltrikanawati & Fedillah Nurhafifah, 2023)

c. Gula Darah 2 jam Setelah TTGO (Tes Toleransi Glukosa Oral)

Kadar Glukosa darah yang diperoleh dari pemeriksaan glukosa darah dua jam setelah Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO), di mana glukosa 75 gr untuk orang dewasa atau 1,75gr/kgBB untuk anak-anak diberikan, dilarutkan ke air hingga 250 mL, kemudian dikonsumsi selama lima menit, dikenal sebagai glukosa darah dua jam. Pasien diharuskan berpuasa setidaknya selama delapan jam dan dimulai pada malam hari sebelum akan dilakukan TTGO, namun, masih diperbolehkan minum air tanpa glukosa. Kadar glukosa darah diukur dua jam setelah TTGO dan ditemukan antara 70 hingga 139mg/dL, dengan DM dinyatakan jika jumlahnya 200mg/dL atau lebih (Soelistijo, 2021)

d. Pemeriksaan HbA1c

Tes untuk glikohemoglobin, disebut sebagai hemoglobin terglukosilasi atau HbA1c, adalah teknik yang digunakan untuk mengevaluasi dampak perubahan pengobatan delapan hingga dua belas minggu sebelumnya. HbA1c diukur setiap tiga bulan untuk memantau efektivitas terapi dan melakukan penyesuaian. Kadar HbA1c diperoleh nilai normal <5,7%, sedangkan jika didapatkan kadar $\geq 6,5\%$ maka dinyatakan DM (Soelistijo, 2021)

2.4 Kaitan Antara *Moringa Oleifera* dan Asam Folat Terhadap Kadar Glukosa

Moringa oleifera adalah tanaman yang sering disebut sebagai "pohon keluarga teratai" dan dikenal karena memiliki beragam manfaat kesehatan. Daun, buah, dan biji tanaman ini kaya akan berbagai nutrisi termasuk vitamin, mineral, protein, dan antioksidan. Salah satu nutrisi yang ditemukan dalam *moringa oleifera* adalah asam folat. Kekurangan asupan makanan ini dapat menjadi penyebab timbulnya berbagai macam penyakit infeksi yang menyertai ibu hamil salah satunya adalah anemia, hal ini terjadi karena kurangnya zat-zat gizi yang dapat menunjang terbentuknya sel darah merah dalam tubuh. Asam folat sangat diperlukan dalam proses pembentukan sel darah merah.

Pada ekstrak daun *Moringa oleifera* terbukti positif mengandung flavonoid, alkaloid, dan tanin, serta berdasarkan penelitian menggunakan pelarut etanol dalam meng-ekstrak daun kelor, diperoleh hasil data pada kadar tanin lebih rendah dibanding perolehan kadar flavonoid pada etanol sehingga dapat disimpulkan bahwa flavonoid lebih dominan dalam daun kelor (Larasati.2021). beberapa komponen flavonoid, yaitu quercetin, dan antosianin terdapat dalam ekstrak etanol daun moringa Oleifera (hidayati 2021). Menurut penelitian Widiastiani, didapatkan asam askorbat, atau vitamin C, ditemukan dalam ekstrak etanol daun *Moringa oleifera*. Vitamin ini sangat penting untuk melindungi DNA dan memfasilitasi zat besi diserap oleh tubuh (Widiastini *et al.*, 2021). Beta karoten, yang ditemukan dalam ekstrak etanol daun *Moringa oleifera*, memiliki sifat antioksidan karena kemampuannya untuk menurunkan radikal bebas (Purwanto *et al.*, 2021).

Salah satu antioksidan ialah flavonoid dengan kandungan senyawa quercetin paling banyak di dalam daun *Moringa oleifera* (Dewi *et al.*, 2022). Salah satu jenis flavonoid yang disebut quercetin memiliki kinerja untuk mengikat radikal bebas, mencegah pembentukan ROS yang berlebih, yang dapat menurunkan glukosa darah dan resistensi insulin (Dewi *et al.*, 2022)

Folat adalah vitamin yang larut dalam air yang memainkan peran penting dalam metilasi DNA, asam nukleat dan sintesis protein, menjadikannya nutrisi penting untuk awal kehamilan. Karena folat tidak dapat disintesis oleh tubuh manusia, maka folat harus diperoleh dari makanan atau suplemen. Secara keseluruhan, Gestational Diabetes Melitus (GDM) menimbulkan ancaman besar terhadap kesehatan ibu hamil dan janinnya. Oleh karena itu,

mengidentifikasi faktor risiko potensial GDM penting untuk mencegah GDM dan meningkatkan kesehatan ibu hamil dan bayi baru lahir. Permintaan asam folat meningkat selama kehamilan untuk mendukung perkembangan janin normal. Dalam makanan sehari-hari, asam folat terutama berasal dari hati hewani, telur, kacang-kacangan, ragi, sayuran berdaun hijau, buah-buahan, dan kacang-kacangan. Namun, karena asam folat dalam makanan alami mudah terurai setelah dimasak dan diolah, jumlah asam folat yang diperoleh dari makanan saja tidak cukup untuk ibu hamil karena hilangnya asam folat. Oleh karena itu, suplementasi asam folat atau multivitamin yang mengandung asam folat direkomendasikan di klinik untuk mencegah cacat tabung saraf (NTD). (Xu et al., 2023)

Terdapat beberapa penelitian yang menunjukkan bahwa MO dan AF mungkin memiliki efek positif terhadap kadar glukosa darah.

a. *Moringa Oleifera* dan Kadar Glukosa

Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa ekstrak daun *moringa oleifera* dapat memiliki efek menurunkan kadar glukosa darah. Ini disebabkan oleh kemampuannya untuk meningkatkan sensitivitas insulin atau mengurangi penyerapan glukosa dari usus. Studi pada hewan percobaan dan manusia telah menunjukkan bahwa konsumsi *moringa oleifera* dapat membantu mengontrol kadar glukosa darah, terutama pada penderita diabetes.

Berikut beberapa *moringa oleifera* dapat mempengaruhi kadar glukosa darah:

1) Mengurangi penyerapan Glukosa

Komponen-komponen pada *moringa oleifera* dapat menghambat penyerapan glukosa dari saluran pencernaan ke dalam darah. Hal ini dapat menyebabkan penurunan kadar glukosa darah setelah makan

2) Perlindungan sel beta pankreas

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ekstrak daun *moringa oleifera* dapat memiliki efek perlindungan terhadap sel beta pankreas, yang bertanggung jawab untuk menghasilkan insulin. Hal ini dapat membantu menjaga produksi insulin yang sehat

3) Efek antiinflamasi dan antioksidan

Moringa oleifera mengandung senyawa-senyawa antiinflamasi dan antioksidan yang dapat membantu melindungi sel-sel pankreas dan meningkatkan fungsi insulin. Ini juga dapat membantu mengurangi peradangan yang terkait dengan resistensi insulin.

b. Asam Folat dan Kadar Glukosa

Asam folat atau biasa disebut dengan vitamin B9 dikenal memiliki berbagai manfaat bagi kesehatan, termasuk metabolisme karbohidrat yang sehat. Pada beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa asam folat dapat membantu meningkatkan kontrol glukosa darah pada penderita diabetes dengan mempengaruhi metabolisme karbohidrat. Asam folat juga berperan penting dalam pembentukan sel darah merah dan metabolisme asam amino, yang juga dapat berdampak pada kesehatan umum dan pengaturan kadar glukosa darah.

Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa asam folat memiliki pengaruh terhadap kadar glukosa darah. Berikut beberapa kemungkinan cara dimana asam folat dapat mempengaruhi kadar glukosa:

1) Metabolisme Karbohidrat

Asam folat terlibat dalam metabolisme karbohidrat dengan membantu tubuh memecah karbohidrat menjadi glukosa dan ini berkontribusi pada regulasi kadar glukosa darah.

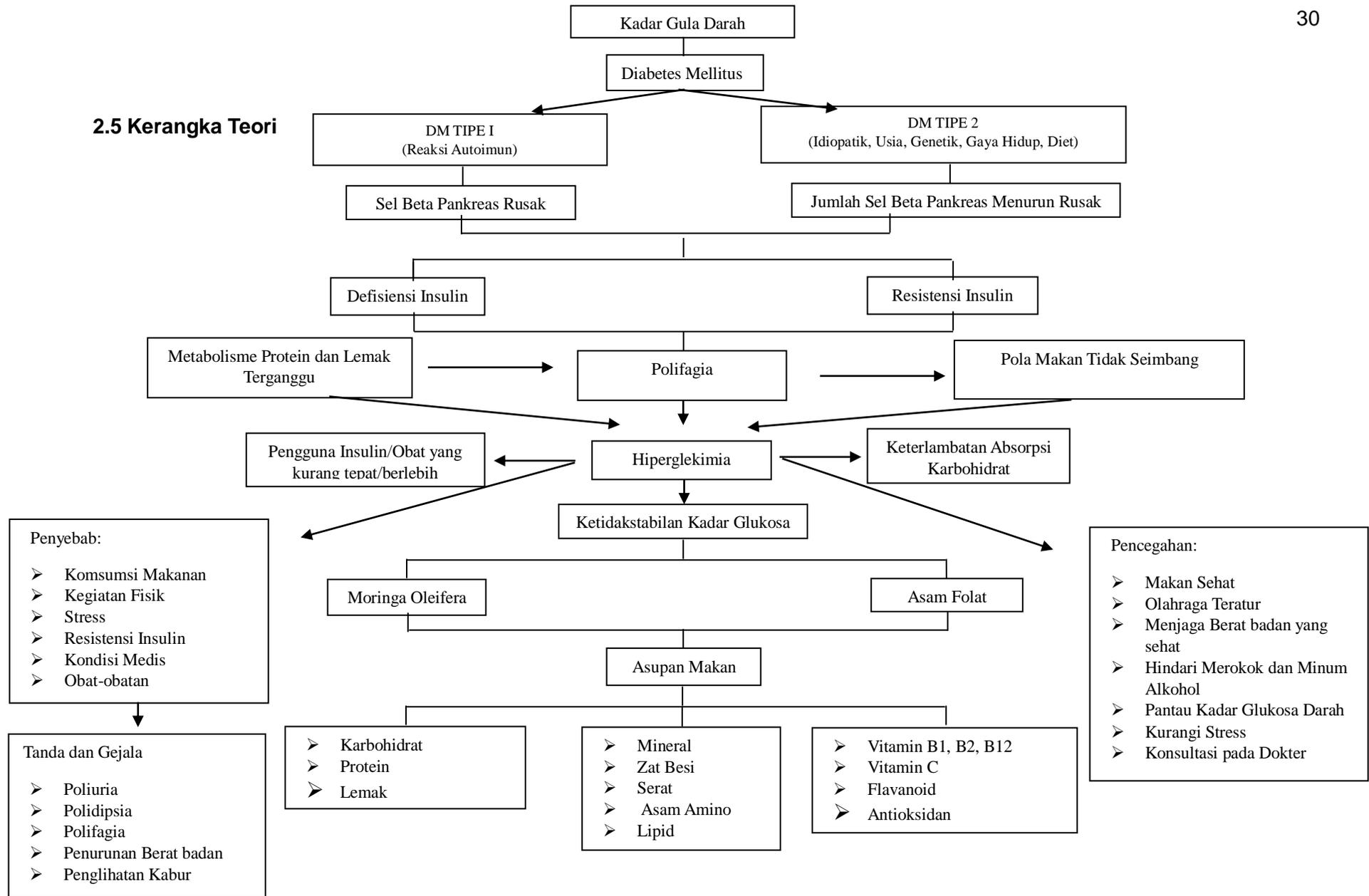
2) Peran dan Metilasi

Asam folat penting untuk proses metilasi, yang merupakan mekanisme penting dalam regulasi ekspresi gen. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa gangguan dalam proses metilasi dapat berkontribusi pada perkembangan resistensi insulin dan diabetes tipe 2.

3) Perlindungan Sel Beta Pankreas

Beberapa penelitian pada hewan percobaan telah menunjukkan bahwa asam folat dapat memiliki efek perlindungan terhadap sel beta pankreas, yang menghasilkan insulin. Ini dapat membantu menjaga fungsi insulin yang sehat.

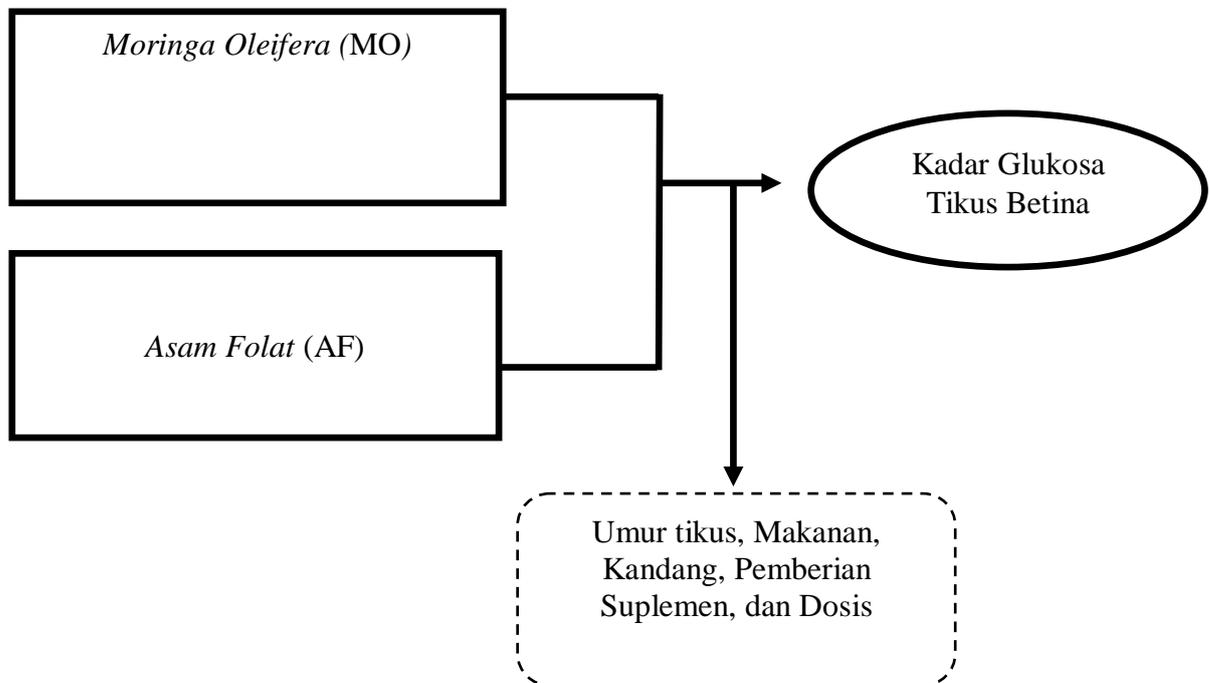
2.5 Kerangka Teori



Gambar 2.2 Kerangka Teori (Marhaeni, 2021, Yasaroh et al., 2021, Lestari et al., 2021, Ilham et al., 2019, Maher et al., 2021)

2.6 Kerangka Konsep

Adapun kerangka konsep dalam penelitian yang berjudul Efektivitas Pemberian MO dan AF Terhadap Kadar Glukosa Tikus yaitu sebagai berikut:



Gambar 2.1 Kerangka Konsep

Keterangan:

 : Variabel Independen (Bebas)

 : Variabel Dependen (Terikat)

 : Variabel Antara (Kontrol)

2.7 Hipotesis

Hipotesis penelitian merupakan asumsi atau prediksi mengenai hasil dari suatu penelitian yang akan diuji kebenarannya melalui pengumpulan dan analisis data.

1. Kadar Glukosa tikus betina sebelum diberikan Moringa Oleifera dan telah injeksi aloksan 525.67g/dl.
2. Kadar Glukosa tikus betina sebelum diberikan Asam Folat dan telah injeksi aloksan 522.67g/dl.
3. Pemberian Moringa Oleifera efektif dalam menurunkan kadar glukosa
4. Pemberian Asam Folat efektif dalam menurunkan kadar glukosa
5. Pemberian kombinasi antara Moringa Oleifera dan Asam Folat efektif dalam menurunkan kadar glukosa tikus betina
6. Ada perbandingan antara lima kelompok

2.8 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

Table 2.4 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

| No | Variabel | Defnisi | Hasil ukur (Kriteria Objektif) | Skala |
|----------------------------|-------------------------|--|--|---------------|
| Variabel Independet | | | | |
| 1 | Kapsul Moringa Oleifera | Daun kelor bagian dari tanaman kelor selain memiliki manfaat sebagai pengobatan diabetes, peluruh kolestrol dan imunitas, ternyata juga terkandung Nutrisi yang diperlukan bagi tubuh. Daun kelor yang telah distrak dan dikapsulkan 500mg/kapsul yang diperjualbelikan diantaranya kandungan mineral dan vitamin. Dimana Setiap 100 g daun kelor mengandung 3390 SI vitamin A. Dua kali lebih tinggi dari bayam dan tigapuluh kali lebih tinggi dari buncis. Daun kelor juga tinggi kalsium, sekitar 440 mg/100 g, serta fosfor 70 mg/100 g | Moringa oleifera yang telah diestrak dalam bentuk kapsul diberikan kepada tikus yang diteliti sesuai dengan dosis yang telah ditentukan (0,5mg/kgBB) | Skala Nominal |

| | | | | |
|---------------------------|---------------|---|--|---------------|
| 2 | Asam Folat | Asam folat adalah bentuk vitamin B9 yang penting untuk fungsi tubuh yang optimal, terutama dalam hal sintesis DNA dan pembentukan sel darah merah. | Asam folat yang diberikan kepada subjek penelitian sesuai dengan dosis yang telah ditentukan (62mg/KgBB) | Skala Nominal |
| 3 | Tikus Betina | Tikus betina merupakan hewan yang mewakili dari kelas mamalia, karena kelengkapan organ, kebutuhan nutrisi, metabolisme biokimianya, sistem reproduksi, pernafasan, peredaran darah dan ekskresi menyerupai manusia (Laeto A. B. et al., 2023). Hewan Uji coba yang bersifat omnivora (pemakan segala), mempunyai jaringan yang hampir sama dengan manusia, dan gizi yang dibutuhkan juga hampir sama dengan manusia. | Tikus jenis betina Umur: 6-8 minggu, BB: 150-250 gram dengan tempat pembiakan yang sama dan dipelihara pada tempat dan waktu yang sama | Nominal |
| Variabel Dependent | | | | |
| 1 | Kadar Glukosa | Konsentrasi glukosa dalam darah atau cairan tubuh lainnya. Glukosa adalah sumber utama energi bagi tubuh manusia dan sangat penting untuk fungsi normal otak dan sel-sel tubuh lainnya. | Diukur dalam satuan milimolar (mmol/L) atau miligram per desiliter (mg/dL) Antara 70-140mg/KgBB | Skala Nominal |